

Martin PROCHÁZKA¹

**VLTAVSKÉ PŘEHRADY - PŘÍSPĚVEK KAROTÁŽE NA PROJEKTU SPLAVŇOVÁNÍ
VLTAVY**

**DAMS ON VLTAVA RIVER - CONTRIBUTION OF WELL LOGGING IN THE FRAME OF
ENGINEERING PROJECTS ON VLTAVA RIVER**

Abstrakt

Součástí inženýrskogeologického průzkumu prováděného v rámci velkého státního projektu splavnění řek Vltavy a Labe se stává i karotážní měření. Tento příspěvek se soustřeďuje na klasické i zcela nové karotážní postupy při výzkumu horninového masívu podloží i vlastního betonového tělesa přehrad Orlík a Slapy na řece Vltavě. Průzkumné práce budou pokračovat i v letošním roce.

Abstract

Well logging as a standard method participates on engineering prospecting in the frame of great state projects on making ship transportation possible on Vltava and Labe rivers. The target of this contribution is to demonstrate complex of classic and new well logging methods for underlying rock massif study and study of the body of Orlík and Slapy dams on Vltava river. The prospecting will be continued on spring this year.

Key words: engineering prospecting, well logging methods, Vltava river

1 ÚVOD

V rámci probíhajícího rozsáhlého státního úkolu splavňování Labe a Vltavy pokračují průzkumné práce na řadě míst v okolí těchto řek, především pak v okolí existujících i nově budovaných plavebních komor, jezů i na přehradách v místech zdvihadel, po nichž budou přepravovány lodě o hmotnostech do 350 tun. Součástí těchto průzkumných prací jsou karotážní měření, jak dokladuje řada publikací (např. [1-6]).

V případě plavebních komor je cílem karotážního měření především zjišťování propustnosti horninového masívu, detekce propustných puklin, objasnění proudění vody a upřesnění geologické stavby.

Karotážní měření na přehradách bývá komplexnějšího charakteru. Tento příspěvek čerpá z našich zkušeností na přehradách Orlík a Slapy.

Rozsáhlý inženýrskogeologický průzkum na obou přehradách je soustředěn na místa lodních zdvihadel. Na přehradě Orlík zdvihadlo pro nákladní lodní dopravu existuje, avšak na rozdíl od zdvihadla malých sportovních lodí nebylo nikdy využíváno. Je to z jednoduchého důvodu, že totiž na další velké přehradě vltavské kaskády Slapy lodní zdvihadlo nikdy vybudováno nebylo, takže je tato přehrada dosud překážkou pro lodní provoz. Průzkum na Slapech se soustřeďuje právě do míst plánovaného zdvihadla.

Cílem rozsáhlého inženýrskogeologického průzkumu je v první řadě ověřit únosnost přehradní konstrukce i podloží při jednorázových zatíženích během přepravy lodí. Na přehradě Slapy je cílem průzkumu zjistit charakteristiky podloží a jeho únosnosti před vlastním projektem lodního zdvihadla.

Inženýrskogeologický průzkum zahrnuje:

¹ RNDr. Martin Procházka, divize karotáž, AQUATEST a.s., Geologická 4, 152 00 Praha Barrandov, tel.: (+420) 234 607 132, e-mail: prochazka@aquatest.cz.

- rešerše dat ze starších etap průzkumu
- studium dochovaných stavebních podkladů
- povrchová geofyzikální měření
- geologický a hydrogeologický průzkum (jeho součástí je i karotážní měření)
- geotektonický průzkum (jeho součástí je i karotážní měření)
- modelování vlivu zatížení na konstrukci a na skalní podloží

Cíle vlastního karotážního měření lze shrnout do několika bodů. Velký důraz byl kladen na detekci puklin a určování jejich sklonů a směrů. Bylo zkoumáno, které z puklin jsou propustné, zjišťována byla míra jejich propustnosti a režim proudění vody ve vrtech. Byla analyzována kvalita kontaktu mezi betonovou konstrukcí a podloží horninou. Přestože většina vrtů byla vrtána na jádro (nikoliv ale všechny), byl zjišťován detailní geologický profil, protože výnos jádra na celé akci byl poměrně nízký. Důležitou skupinou měřených parametrů in situ byly vybrané mechanické vlastnosti hornin.

Celkový průzkum zajišťuje firma INSET pod vedením RNDr. Levého, firma AQUATEST dodává karotážní práce.

2 VÝSLEDKY KAROTÁŽNÍHO PRŮZKUMU

Karotážní průzkum na přehradě Orlík byl prakticky ukončen. Naopak na přehradě Slapy bude na jaře 2010 zahájena další etapa prací.

Na obou lokalitách byl použit shodný soubor karotážních metod:

- Gama karotáž
- Neutron neutron karotáž
- Hustotní karotáž (gama gama v hustotní modifikaci)
- Elektrokarotáž –odporové metody s potenciálovým uspořádáním elektrod: 16“,64“
- Magnetická karotáž
- Akustická karotáž (detekce podélné vlny, útlum amplitudy seismického signálu)
- Akustická karotáž s registrací úplného vlnového obrazu
- Cement Log
- Kavernometrie
- Inklinometrie (bodové a spojitě měření)
- „Hydrokarotáž“
 - termometrie (pouze ve vrtech hlubších než 20 m)
 - rezistivimetrie- přírodní záznam
 - rezistivimetrie v aplikaci metody ředění označené kapaliny
 - rezistivimetrie v aplikaci metody čerpání, resp..nálevu
- Televizní prohlídky
 - TV prohlídky pro zjištění optického obrazu kontaktu mezi betonem a horninou
 - Orientované TV prohlídky pro detekci puklin, určení jejich sklonu a azimutu sklonu
 - TV pro sledování přítoků nad hladinou vody

2.1 Přehrada Orlík

Měření bylo provedeno celkem v 23 vrtech. Nejvíce vrtů bylo vyhloubeno ve svážním žlabu zdvihadla, několik v jeho těsném sousedství. Dva byly horizontální vyvrtané do stěny svážního žlabu.

Ve většině vrtů byla použita komplexní karotážní metodika a televizní prohlídka, ve třech vrtech po dohodě s vedoucím geofyzikem dr. Levým byla použita omezená metodika pro zjištění pouze vybraných parametrů. Ve dvou horizontálních vrtech byla ověřována a lokalizována ocelová výztuž betonových stěn svážního koryta. V šesti mělkých vrtech byla provedena pouze televizní prohlídka s důrazem na zjištění kvality kontaktu beton-hornina. Příklady karotážního měření jsou na obr. 1 a 2.

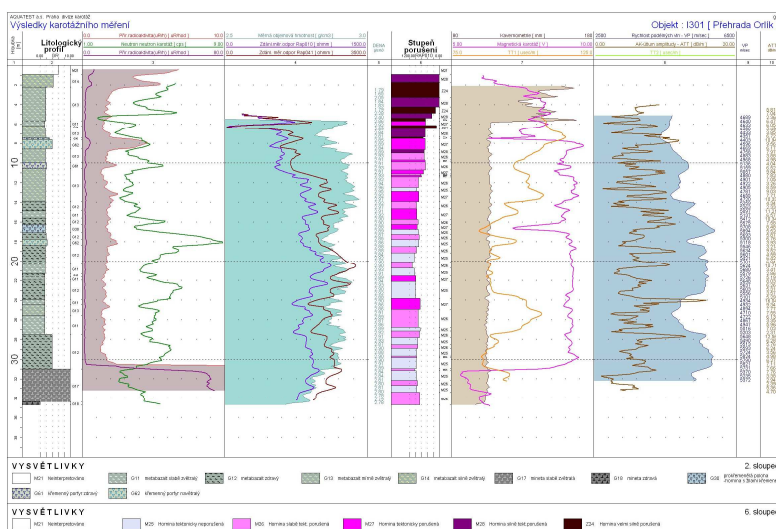
Vzhledem k umístění vrtů byl přístup k nim pro karotážní měření komplikovaný a byl řešen systémem naváděcích kladek pro každý vrt zvlášť.

Horninový profil je tvořen metabazity s výraznou břidličnatostí s hojnými žilkami křemene a kalcitu. Metabazity jsou na řadě míst protkány mocnějšími polohami žilných hornin (mineta, křemenný porfyr, metaandezit). Byl zjištěn systém většinou jen drobných puklin ve třech základních směrech. Zároveň byl zaznamenán výrazný trend snižování stupně rozpukání horniny s hloubkou. Na druhou stranu byl zjištěn nepravidelný výskyt otevřených puklin s hltností v řádech desetin litrů až litrů za sekundu.

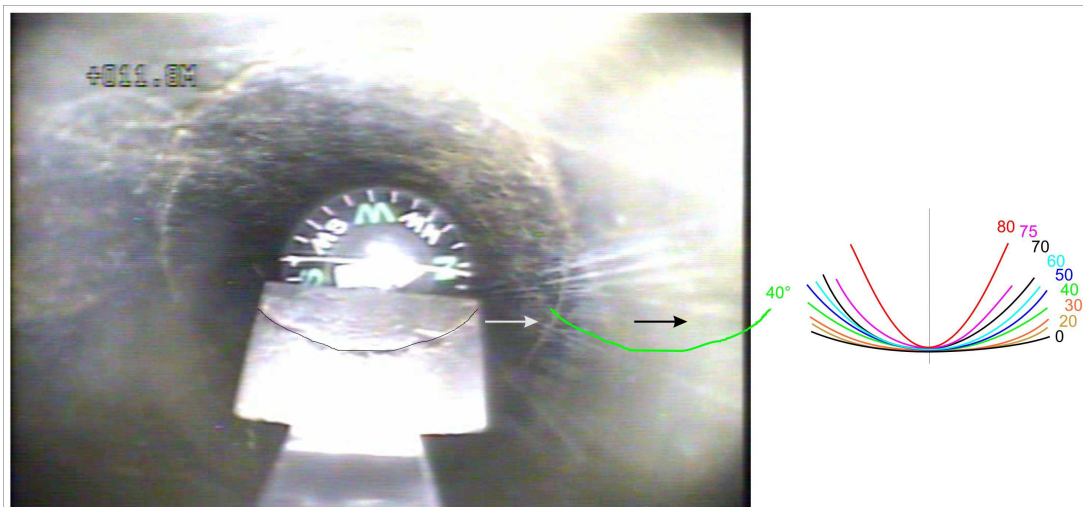
Z mechanických vlastností hornin byly in situ zjišťovány pomocí karotáže tyto parametry:

- rychlost šíření podélných seismických vln
- rychlost šíření příčných seismických vln
- měrná objemová hmotnost (hustota)
- útlum energie seismického signálu
- Poissonovo číslo jako kombinace rychlosti šíření podélné a příčné vlny (vp, vs)
- pevnost v prostém tlaku jako kombinace vp, vs, hustoty, útlumu energie seismického signálu s opravou na průměr vrtu
- Youngův modul pružnosti.

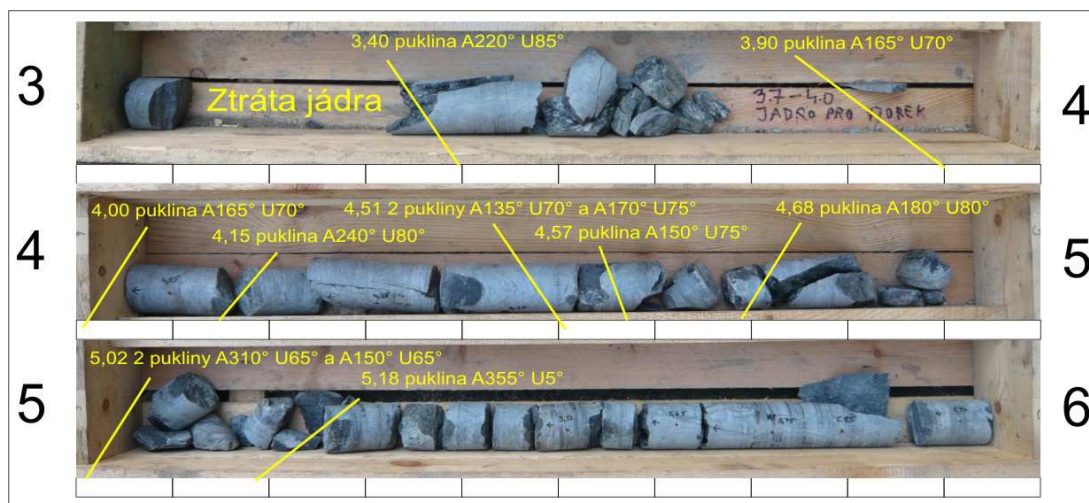
Všechny tyto mechanické parametry hornin byly zjišťovány s hloubkovým krokem 5 cm. Poslední dva parametry (pevnost v prostém tlaku a Youngův modul pružnosti) v době, kdy vznikl tento text, byly ještě zpracovávány za použití nového software firmy ALT Luxembourg.



Obr.1: Základní výsledky karotáže ve vrtu I301



Obr.3 Zjišťování prostorového průběhu pukliny pomocí paletky



Obr.4 Vrtné jádro s vyznačením prostorového průběhu některých puklin

2.2 Přehrada Slapy

V etapě prací 2009 bylo karotážní měření provedeno celkem v jedenácti vrtech. Vrtly byly umístěny do míst plánované výstavby lodního zdvihádla.

Geologická stavba masívu je obdobná lokalitě Orlík. Rozdílem je absence žilné horniny minety, která nebyla zaznamenána ani v jednom z jedenácti vrtů. Rovněž trend snižování puklinatosti se vzrůstající hloubkou není tak výrazný jako na lokalitě Orlík. Výskyt propustných poloh/puklin je zde vázán pouze na kvartérní pokryv a na svrchní zónu skalního podloží.

Zvláštností jsou kamenité suti, tvořené velkými balvany, mezery mezi nimiž jsou poněkud překvapivě zčásti vyplněny zaoblenými zrnky čistého křemenného písku.

Metodika prací byla shodná s karotážními pracemi na přehradě Orlík. Na rozdíl od ní však byl větší počet vrtů hlouben bezjádřově. To samozřejmě kladlo vyšší nároky na karotáž, neboť karotážní měření bylo někde téměř jediným zdrojem geologických informací o daném vrtu. Hloubky vrtů byly maximálně padesát metrů, což je zhruba dvakrát více než na druhé lokalitě.

Průzkum horninového masívu v místě plánovaného lodního zdvihadla na přehradě Slapy není dosud ukončen. V letošním roce bude následovat druhá etapa prací ve strmém bočním svahu nad Vltavou a rovněž v okolí tunelu převádějícího vodu z přehradní nádrže. V tunelu bude vyhloubena série dovrchních vrtů, což bude klást zvláštní nároky na karotážní měření, jež se uskuteční zasouváním karotážních sond pomocí speciálních trubek.

3 ZÁVĚR

Podle původního plánu se měla karotáž uskutečnit pouze v několika vrtech. V průběhu akce se ale stále zřetelněji ukazovalo, že některé požadované parametry není možno zjistit efektivněji jinak než karotážními metodami, a proto byly karotážní práce významně rozšířeny prakticky na všechny průzkumné vrtu na obou přehradách. V závěru prací bylo rovněž upuštěno od náročného a dražšího vrtání na jádro, takže velkou část relevantních informací o geologických a hydrogeologických parametrech vrtů poskytla karotáž.

Na akci přehrady Orlická a Slapy byla vyvinuta a úspěšně aplikována metoda detekce puklin a zjišťování jejich prostorového průběhu. Tato metoda založená na optickém obrazu vrtné stěny bude v letošní předpokládané druhé etapě prací na přehradě Slapy konfrontována s měřením akustickým televizorem založeným na analýze odrazu akustického signálu od stěny vrtu.

LITERATURA

- [1] HORSKÝ, O. & BLÁHA, P.: *P Inženýrskogeologický průzkum pro přehrady*. : REPRONIS Ostrava, 2008. ISBN 978-80-7329-207-2.
- [2] KOŘÁLKA, S. & PROCHÁZKA, M. Zpráva o karotážním měření na VD Guimets. Madrid *Geoinza*. 1996, MS
- [3] MAREŠ, S. et al. *Geofyzikální metody v hydrogeologii a inženýrské geologii*. Praha: SNTL, 1983
- [4] PROCHÁZKA, M. Zpráva o karotážním měření na VD Algar. Madrid *HCH*. 2001.
- [5] PROCHÁZKA, M. Zpráva o karotážním měření pro zjišťování úniků vody z přehradní nádrže Les Království. Praha: AQUATEST, 2009.
- [6] VRZÁK, J. & PROCHÁZKA, M. Projektová dokumentace v úrovni studie vodního díla Žlutice- zvýšení bezpečnosti vodního díla. Praha: HG Partner, 2009.

Oponentní posudek vypracoval:

Prof. Ing. Karel Müller, DrSc., Ústav geoniky AVČR, v.v.i., Ostrava